

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

**Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela profesional de Ingeniería
Agroindustrial e Industrias
Alimentarias**



TESIS

**“DESHIDRATACIÓN DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*) DE
DESCARTE DEL MERCADO MAYORISTA DE PIURA PARA LA
OBTENCIÓN DE PAPA SECA PARA USO ALIMENTICIO.”**

Presentada por:

Vilma Ernestina Romero Garavito

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Línea de Investigación:

Línea: Agroindustria y seguridad alimentaria

**Sub línea: Pre y post cosecha, vida útil y transformación de productos
agrícolas**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela profesional de Ingeniería
Agroindustrial e Industrias
Alimentarias



PROYECTO DE TESIS

**“DESHIDRATACIÓN DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*) DE
DESCARTE DEL MERCADO MAYORISTA DE PIURA PARA
LA OBTENCIÓN DE PAPA SECA PARA USO ALIMENTICIO.
PERÚ. 2019”**

Presentado por:

Br. Vilma Ernestina Romero Garavito.

Asesorado por:

Mba. Victor Enrique Crisanto Palacios.

Coasesorada por:

Ing. Tulio Guido Mignolo Boggio.

Línea De Investigación:

Línea: Agroindustria y seguridad alimentaria

**Sub línea: Pre y post cosecha, vida útil y transformación de productos
agrícolas.**

Piura, Perú

2019

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo: **Vilma Ernestina Romero Garavito**, identificada con DNI N° 46626789, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, de la Facultad de Ingeniería Industrial y domiciliada en Calle Santa Julia N° 203, Distrito de Sullana, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, celular: 971535869, Email: vilmaromeroagro@gmail.com

Título:

“DESHIDRATACIÓN DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*) DE DESCARTE DEL MERCADO MAYORISTA DE PIURA PARA LA OBTENCION DE PAPA SECA PARA USO ALIMENTICIO.”

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 19 Julio del 2019

Vilma E. Romero Garavito
DNI N° 46626789

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI, Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



**Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela profesional de Ingeniería
Agroindustrial e Industrias
Alimentarias**



TESIS

**“DESHIDRATACIÓN DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*) DE
DESCARTE DEL MERCADO MAYORISTA DE PIURA PARA LA
OBTENCIÓN DE PAPA SECA PARA USO ALIMENTICIO.”**

Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ
PRESIDENTE

Dr. LUCIANO CASTILLO TORRES
SECRETARIO

MSc. RICARDO GERÓNIMO SEMINARIO VÁSQUEZ
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DECANATO



ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS

Expediente N° 1418 / 2017

Los miembros del Jurado Calificador Ad-Hoc de la Sustentación de Tesis nombrado con Resolución N° 455-CF-FII-UNP-17 de fecha 28/08/2017 que suscriben, se reunieron en acto público en la sala de exposiciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, el día **07 de Agosto del 2019** a las **11:30 am**, para evaluar la defensa de la Tesis titulada **"DESHIDRATACIÓN DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*) DE DESCARTE EN MERCADO MAYORISTA DE PIURA PARA LA OBTENCIÓN DE PAPA SECA PARA USO ALIMENTICIO"**, presentada por la Bachiller **VILMA ERNESTINA ROMERO GARAVITO** y asesorada por el MBA. **VÍCTOR ENRIQUE CRISANTO PALACIOS** y co-asesorada por el Ing. **TULIO GUIDO VIGNOLO BOGGIO**.

Después de haber calificado el Informe Final de la Tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara **APROBADA** para optar el Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** con el puntaje de **69** que corresponde al calificativo de **BUENO**.

Jurado	Presidente	Secretario	Vocal	Puntaje Promedio
Calificación				
Documento (Max 60 puntos)	43	43	43	43
Sustentación (Max 40 puntos)	26	26	26	26
PUNTAJE TOTAL				69



En consecuencia, la sustentante queda en condición de recibir el Título Profesional que se indica, conferido por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura de conformidad con las Normas Estatutarias y la Ley Universitaria en vigencia.

Ciudad Universitaria, 07 de Agosto del 2019

Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ	Dr. LUCIANO CASTILLO TORRES	MSc. RICARDO GERÓNIMO SEMINARIO VÁSQUEZ
PRESIDENTE	SECRETARIO	VOCAL

“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD”

Quien suscribe, Mba. Victor Enrique Crisanto Palacios, con Documento Nacional de Identidad N° _____, mediante la presento manifiesto que he leído y revisado de manera detallada el proyecto de investigación titulado: **“Desidratación de la papa (*Solanum tuberosum*) de descarte del mercado Mayorista de Piura para la obtención de papa seca para uso alimenticio”**, presentado por la tesista Bach. Vilma Ernestina Romero Garavito, identificado con Documento Nacional de Identidad N° 46626789, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, para optar el título profesional de Ingeniera Agroindustrial.

En mi condición de asesor, considero que el mencionado proyecto, cumple con lo establecido en el Reglamento de Tesis para optar el título profesional en la UNP y recomienda su ejecución, por lo que me comprometo a asesorar hasta la sustentación y publicación, si fuera el caso.

Piura-Perú, 01 Agosto del 2019.

Mba. Victor Enrique Crisanto Palacios
Asesor

DEDICATORIA

El esfuerzo y entrega depositados en la realización del presente proyecto se lo dedico a Dios por acompañarme en todo momento, a mi universidad por permitirme convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a mis Padres Felipe de Jesús Romero Nuñez y Olinda Genoveva Garavito Rivera por todos sus sacrificios y amor incondicional en toda mi vida, gracias porque sin ustedes no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

A mis hermanos, sobrinos y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

Al Ing. Victor Enrique Crisanto Palacios por su apoyo, recomendaciones y por su acompañamiento y buena guía.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a nuestro padre Dios, por que su amor y su bondad no tienen fin, me permite sonreír ante todos mis logros que son resultados de tu ayuda y cuando caigo me levanta y nunca suelta mi mano, gracias también por que cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, por cada día confiar y creer en mí. Agradezco a todos mis familiares y amigos que siempre estuvieron pendientes de mis estudios y que con sus atenciones y ánimo en momentos de dificultad me ayudaron mucho a concluir mi proyecto de tesis.

Finalmente agradezco a la Universidad Nacional de Piura por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día, sin faltar agradecer de manera muy especial a todos mis compañeros de clase ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional, les deseo éxitos y bendiciones a cada uno.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	16
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.3. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.....	18
1.4. OBJETIVOS	19
1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS	28
2.4. HIPÓTESIS	29
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	30
3.1. ENFOQUE Y DISEÑO	30
3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACION	30
3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	31
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	36
3.5. ASPECTOS ÉTICOS	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	41
4.1. RESULTADOS	41
4.2. DISCUSIONES	41
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 PRODUCCIÓN ANUAL DE PAPA, 1997 – 2016	25
FIGURA 3. 1 DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA OBTENER PAPA DESHIDRATADA.	34
FIGURA 4. 1 GRÁFICA POLINÓMICA A 25 °C.....	43
FIGURA 4. 2 GRÁFICA POLINÓMICA A 35 °C.....	44
FIGURA 4. 3 GRÁFICA POLINÓMICA A 45 °C	44
FIGURA 4. 4 ISOTERMA DE ADSORCIÓN SEGÚN MODELO DE GAB A 25 °C	45
FIGURA 4. 5 ISOTERMA DE ADSORCIÓN SEGÚN MODELO DE GAB A 35 °C	46
FIGURA 4. 6 ISOTERMA DE ADSORCIÓN SEGÚN MODELO DE GAB A 45 °C	46
FIGURA 4. 7 ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE LA PAPA DESHIDRATADA A TEMPERATURAS DE 25 °C 35 °C Y 45 °C	47

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 2. 1 ECUACIONES A UTILIZAR PARA EL MODELO DE LAS ISOTERMAS DE LA HARINA DE
MAÍZ.....27

CUADRO 3. 1 DISEÑO EXPERIMENTAL: TEMPERATURA, HUMEDAD Y VIDA ÚTIL.....39

CUADRO 4. 1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA PAPA41

CUADRO 4. 2 CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL A DIFERENTES TEMPERATURAS DE
DESHIDRATADO.....42

CUADRO 4. 3 DATOS EXPERIMENTALES PARA CONSTRUCCIÓN DE ISOTERMAS A DIFERENTES
TEMPERATURAS43

CUADRO 4. 4 PARÁMETROS EMPLEADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE PAPA
DESHIDRATADA.....48

CUADRO 4. 5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA PAPA DESHIDRATADA.49

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LA PAPA POR CADA 100 GR	56
ANEXO 2. CUADRO DE LOS PARÁMETROS DE SORCIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS	56
ANEXO 3. NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO. PRODUCTOS DESHIDRATADOS.....	57
ANEXO 4. PERMEABILIDAD DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD A DIFERENTES ESPESORES A LA TEMPERATURA DE 20°C.....	57
ANEXO 5. TABLA DE SALES Y ECUACIONES PARA OBTENER LA ACTIVIDAD DE AGUA.....	58

RESUMEN

El trabajo de investigación evaluó la elaboración de la papa deshidratada a partir de papa fresca y su periodo de conservación, siendo el contenido de humedad un factor determinante, obteniéndose una humedad de la papa deshidratada de 12.20%, a 75 °C, mostrándose inócuo en stand al tener menos de 10 ufc/g de hongos apto para el consumidor, para el objetivo específico de la investigación de la predicción de anaquel o vida útil de la papa deshidratada, se desarrolló dentro de la metodología experimental, realizando una aplicación de la curva de GAB y la ecuación matemática de Heiss y Eichner y predecir el periodo de duración en stand, obteniéndose una predicción de 19 días, siendo un factor de deterioro la humedad.

Por otro lado se obtuvo los datos de humedad en función a los datos obtenidos por la ecuación de GAB a 25°C, 35 °C y 45 °C, y un contenido de humedad relativa del 70% en la ciudad de Piura.

Palabras claves: Modelo GAB, tiempo de vida útil, plátano.

ABSTRACT

The research work evaluated the preparation of the dehydrated potato from fresh potatoes and its conservation period, the moisture content being a determining factor, obtaining a humidity of the dehydrated potato of 12.20%, at 75 °C, showing itself inòcuo in stand having less than 10 cfu / g of mushrooms suitable for the consumer, for the specific purpose of the research of the prediction of shelf or shelf life of the dried potato, was developed within the experimental methodology, making an application of the curve of GAB and the mathematical equation of Heiss and Eichner and predict the period of duration in stand, obtaining a prediction of 19 days, being a factor of deterioration humidity.

On the other hand, moisture data was obtained according to the data obtained by the GAB equation at 25°C, 35°C and 45°C, and a relative humidity content of 70% in the city of Piura.

Keywords: Model GAB, lifespan, banana

INTRODUCCIÓN

Es importante conocer la durabilidad de los alimentos en el tiempo donde sus características organolépticas, físicoquímicas, nutricionales y microbiológicas permanezcan inalterables y no ocasionen daño al consumidor, el tiempo de vida útil o tiempo de anaquel se puede determinar por su contenido de humedad final y el buen envasado, donde la fecha de vencimiento es importante en la toma de decisiones sobre su conservación del alimento. Hoy en día el descarte de alimentos en los mercados son desechados, pudiéndose aprovechar aun como alimento recuperado, con técnicas agroalimentarias para el consumo humano. Muñoz (2014), indica que la papa es nutritiva, relativamente baja en calorías, prácticamente libre de grasas y colesterol, y alta en potasio y vitamina C, la cual tiene una capacidad de combate de resfríos y gripes. La papa es una rica fuente de almidón, por lo que es una buena fuente de energía. Los carbohidratos son necesarios para prevenir la fatiga y desbalances nutricionales, siendo la papa una fuente de carbohidratos que contiene menos calorías y grasas que otras fuentes de estos compuestos, como son el pan, las pastas o el arroz. Actualmente en los países sub desarrollados como el Perú existen una gran competencia de productos importados tanto frescos como procesados, es por ello que nuestro país se ve en la necesidad de aumentar la producción de sus recursos alimenticios. Es decir, promover el desarrollo de la industria alimentaria mediante la utilización de la materia prima vegetal, generando desarrollo de la cadena agroalimentaria nacional. Frente a esto se debería revalorar los productos andinos, brindando mayor atención tanto al cultivo, consumo e industrialización. En ese sentido, la papa es un tubérculo que nos aporta mucha energía, es un alimento muy digestivo por lo que son ideales para personas con problemas gástricos como la acidez de estómago, problemas hepáticos o intestinales, contiene gran porcentaje de calcio que nos ayuda en la formación de huesos y dientes (FAO, 2008) de allí la importancia de determinar la deshidratación de la papa de descarte del mercado mayorista de Piura, cuyo producto final nos determinará la garantía y confianza para consumir con fines de inocuidad.

CAPÍTULO I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la Región Piura los derivados de consumo de este tubérculo papa (*Solanum tuberosum*) aún es incipiente, ya que solo es consumida como materia prima. Además se evidencia que en la región existe la desnutrición infantil, sobre todo en las poblaciones que se encuentran situadas en las zonas rurales, que no tienen hábitos alimenticios saludables, mediante el ingreso de este tubérculo a su dieta diaria se obtendrá una alimentación saludable, mejorando los hábitos alimenticios. En el Perú solo se promueve el consumo de algunos tubérculos, pero solo se enfocan a promover el consumo de tubérculos como materia prima, conocidos como: la papa, el camote, la yuca, la arracacha y la oca. La mayoría de peruanos desconoce los nutrientes que contiene la papa, solo la consume fresca pero es poco consumida en diferentes presentaciones. En la región Piura hay una baja comercialización y no existe la industrialización de este tubérculo en forma deshidratada. Sin embargo, la papa contiene una cantidad moderada de nutrientes como hierro pero el gran contenido de vitamina C fomenta la absorción de este mineral, además contiene vitaminas B1, B2 y B6, y otros minerales como potasio, fósforo y magnesio, así como fibras, carbohidratos y proteínas (FAO, 2008), en el Anexo 1., nos muestra los componentes nutricionales de la papa por cada 100 gr de porción. En los últimos años la producción de raíces y tubérculos demandan en la dieta diaria de los consumidores, pero existen variedades de tubérculos que aún no son consumidos debido al desconocimiento de sus nutrientes que posee.

En la mayoría de los mercados en la Región Piura, dentro de la sección de papa en stand es arrojada contaminando el medio ambiente, si la papa parcialmente picada, parcialmente putrefactada, parcialmente golpeada, con el proceso de cortado y eliminada la parte afectada, quedándose solo con la parte de la papa en buen estado para que pase a la siguiente etapa de proceso, para así aprovecharla.

El problema radica en que en la Región Piura la producción de papa se comercializa en fresco y sin ningún proceso de agregación de valor, que le permita al productor tener posibilidad de aumentar sus ingresos y a la vez generar desarrollo económico en la provincia.

Es así que entre los tubérculos como la papa (*Solanum tuberosum*) que debido al bajo conocimiento de nutrientes que se tiene de éste, tenemos como resultado bajo consumo y comercialización como papa deshidratada, que en otros sitios es conocido como papa seca. El hecho alimentario, en nuestras sociedades atravesadas por el fenómeno de la globalización,

requiere una aproximación multidimensional, que visualice el estudio de la alimentación en el marco de una cultura, FAO (2009).

Descarte

Dentro de las calidades de la papa, Devaux (2012) la primera es para semilla y consumo familiar (17%), la segunda representa la venta de papa en sus diferentes calidades (68%) y el restante 15% representa las pérdidas y descarte, en Cochabamba, Bolivia.

Según Agencia Agraria de Noticias (Noviembre 2011) un estudio realizado en el mercado mayorista de La Parada-Lima señaló, que las principales causas de pérdida del mercado mayorista son: pudrición 27%, verdeamiento 22%, pérdida de peso por pérdida de agua 14%, excesiva permanencia en el mercado 12%, golpes 11%, robo/mala/ clasificación/otros 11%.

Mendoza (2014) indica que la merma de papas está entre el 8 al 10%. De 1000 kg de papa se obtiene 100 kg de merma, vendiéndose formalmente solo 900 kg.

Control de pronóstico

La supervisión del control y regulación de la producción de productos frescos y deshidratados, envasados o no, debe ser muy estricto por parte del Ministerio de Agricultura (verificar la procedencia de la papa, respecto a residuos químicos), SENASA (verificar el control sanitario), DIGESA (verificar si cuentan con un Reglamento Sanitario de funcionamiento de Mercados de abasto, así como los requisitos de infraestructura, BPM y el programa de Higiene y Saneamiento), con el fin de hacer sostenible la actividad de la producción y comercialización de la papa deshidratada.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Pregunta General: ¿Será viable la deshidratación de la papa (*solanum tuberosum*) de descarte del mercado mayorista de Piura para la obtención de papa seca para consumo humano?

1.2.2 Preguntas Específicas:

-¿Es posible evaluar las características físicoquímica y microbiológica de la papa de descarte deshidratada?

- ¿Se podrá determinar los niveles de humedad para una vida de anaquel percedero?
- ¿Será viable determinar las isotermas de adsorción de la papa deshidratada y su valor de la monocapa?

1.3. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La Papa (*Solanum tuberosum*) es el alimento más consumido en el mundo, originario del Perú donde se encuentra el mayor número de especies conocidas (8 especies nativas domesticadas con 3,000 variedades y 91 especies silvestres), es el principal cultivo en superficie sembrada y representa el 25% del PBI agropecuario (INIA, 2009). En el Perú, la estacionalidad de la producción de papa, generalmente ocasiona una mayor oferta en algunas épocas del año; por consiguiente, los precios de venta en chacra son bajos y ocasiona enormes pérdidas a un gran porcentaje de agricultores, quienes no recuperan muchas veces ni siquiera sus costos de producción. En vista de ello, una de las recomendaciones del sector agricultura es promover la actividad agroindustrial de papa que permita estabilizar los precios de venta y diversificar el consumo de papa en el País (MINAGRI, 2009).

La producción de papa es de gran importancia económica y social en nuestro País, es por ello, la necesidad de realizar este estudio de pre factibilidad con la finalidad de generar agroindustria, dándole valor agregado a esta materia prima. El interés en procesar la papa es por varias razones: reducir el costo del transporte permitiendo así a los agricultores márgenes más grandes de ganancias, optimizar el procesamiento tradicional para dar lugar a un producto que reúna los requisitos de los mercados en lo referente a color, uniformidad y pureza y evitar las pérdidas post-cosecha ya que la papa no puede tener un periodo de almacenamiento largo por el alto contenido de agua que posee y que pierde por efecto de la respiración lo cual disminuye la vida de almacén de la papa y la de sus atributos de calidad.

La papa seca proporciona 322 Kcal, 8.2% de proteína, 72.8 % de carbohidratos, 0.7 % de grasa y 47 mg de calcio, siendo un producto nutritivo, según Funiber (2017). Los beneficiarios del resultado de este proyecto son los consumidores de papa seca, los productores de papa y todas las personas relacionadas a la comercialización de papa producido en la Region Piura. Por otro lado la imagen y prestigio de los comerciantes del mercado mayorista de Piura, que contribuyen a mitigar la contaminación de vegetales.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Deshidratar la papa (*solanum tuberosum*) de descarte del mercado Mayorista de Piura para la obtención de papa seca para consumo humano.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las características físicoquímicas y microbiológicas de la papa de descarte fresca y deshidratada.
- Determinar los niveles de humedad final, como vida de anaquel.
- Determinar las isotermas de adsorción de la papa deshidratada y valor de la monocapa.

1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrollo en las áreas de laboratorio de la Universidad Nacional de Piura, laboratorio de la facultad de Zootecnia, laboratorio de Agroindustria y laboratorio de la facultad de Pesqueria.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Aguilar (2012) “Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora de papa (*solanum tuberosum*), para la producción de papa seca en la provincia de Santiago de Chuco - La Libertad”, plantea la transformación de la papa en papa seca; generando valor agregado y a la vez aumentando su tiempo de conservación. El objetivo principal del estudio, fue determinar la pre factibilidad de la instalación de una planta procesadora de papa para la producción de papa seca en la provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad, el estudio requiere una inversión total de S/. 3'354,567 correspondiendo S/. 1'520,950 en activos fijos y S/.1'833,671 en capital de trabajo. La fuente de financiamiento será el Banco de Crédito del Perú, por un monto de S/ 3'000,000.

Della (2011), en “Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente”, el presente trabajo se enfocó en el estudio y análisis de las variables que afectan el secado de un producto hortícola como la papa. En primer lugar, el secado se llevó a cabo mediante la deshidratación osmótica y luego a través del secado combinado (microondas y convección con aire caliente). Se aplicaron diferentes modelos matemáticos a los datos experimentales a fin de representar los datos cinéticos obtenidos durante el secado. Para la etapa de deshidratación osmótica se utilizaron modelos basados en la segunda Ley de Fick de la difusión y de cinética de primer orden. Asimismo, aquellos modelos sencillos como los de Peleg, Hawkes y Flink, Azuara y Raoult Wack también se ensayaron. Estos últimos ajustaron de manera muy satisfactoria los datos. Otras ventajas de estos modelos son su rapidez de cálculo debido a su sencillez matemática y el no requerir parámetros de equilibrio como el modelo de Fick, los que no obstante, se pueden estimar a partir de las ecuaciones que los representan. Para la etapa de secado combinado se emplearon modelos polinomiales, siendo el polinomio de tercer grado el de mejor ajuste. Se estudió comparativamente el uso del microondas solamente y se modeló. También se observó que para llegar a la misma humedad final, con el microondas solamente se obtenía un producto de textura muy dura y con la superficie quemada, mientras que si el producto se preparaba con deshidratación osmótica y luego se secaba de manera combinada, las características texturales y organolépticas mejoraban. El producto final se obtuvo a partir de cubos de 1 cm de arista los cuales se deshidrataron osmóticamente durante 1 hr en una solución de 40 % m/m de sacarosa

y 10 % m/m de sal a una temperatura de 40 °C , un nivel de agitación de 120-130 rpm y una relación masa de solución a masa de papa de 4. Finalmente, se llevó a cabo el secado combinado que consistió en el secado simultáneo por convección con aire caliente y microondas a una potencia del 60 % respecto de la máxima del equipo.

Alonso et al., (2014), en su trabajo de investigación “ Producción de harina de papa para puré instantáneo”, este estudio se basó en la producción de harina de papa para puré instantáneo, utilizando las variedades de papas nacionales Provento y Granola. Para ello, se determinó el porcentaje de humedad de las papas, resultando la variedad Granola con el menor rango de humedad y mayor contenido de materia seca. Adicionalmente, se estudió la efectividad de los tratamientos fisicoquímicos (temperatura, reducción de oxígeno atmosférico y uso de reactivos químicos) para la inhibición de la enzima Polifenoloxidasa en el tubérculo. Los resultados mostraron que los tratamientos térmicos, sin uso de agentes químicos, fueron la mejor opción para la inhibición enzimática. La determinación de las curvas de secado de la pasta de papa, con tratamiento previo, se llevó a cabo en un secador de túnel a 60 °C y una velocidad de aire de 0.2 m/s. Los pre-tratamientos incluyeron escaldado, cocción y el uso de ácido ascórbico y metabisulfito de sodio. Los resultados indicaron que con la aplicación del tratamiento térmico al tubérculo fue suficiente para evitar el pardeamiento enzimático y además, se logra un menor tiempo de secado. Los datos experimentales fueron evaluados usando el modelo de Midilli observándose un buen ajuste con un $R^2 > 0.99$. Además, se comprobó que el método más óptimo para la producción de harina de papa involucra las siguientes etapas: cocción, enfriamiento y reducción de tamaño en seco. Esto garantiza una harina, que según los resultados de poder de hinchamiento, solubilidad en agua y absorción de agua, alcanza las características de almidón instantáneo lo cual favorece la formación de un puré de manera rápida. Los rendimientos en la producción de harina oscilan entre 12.55 - 14.09% para la Granola y entre 11.18 - 15.58% para la Provento en base húmeda.

Vega, Lara y Lemus (2006), en “Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays L.*)”, el objetivo de este trabajo fue determinar las isotermas de adsorción de humedad de harina de maíz a tres temperaturas (7, 22 y 45 °C) para el rango de a_w entre 0,10 y 0,95. Las isotermas se modelaron utilizando siete ecuaciones comúnmente aplicadas en alimentos. La calidad de ajuste se evaluó con el coeficiente de regresión (r^2) y el porcentaje de error medio relativo (% E), en función de los cuales se observó que los modelos propuestos por GAB, Oswin y Halsey ajustaron de mejor manera los datos experimentales. La humedad de la monocapa (X_m) y la humedad de seguridad (X_s) presentaron dependencia con la temperatura con valores de E_a de

13,6 y 3,3 kJ/mol, respectivamente. Se calculó el calor isostérico de adsorción (Q_s) usando la ecuación de Clausius-Clapeyron, obteniéndose un máximo de 21 kJ/mol, para una humedad de 0,075 g agua/g m.s., este parámetro se modeló utilizando la ecuación propuesta por Tsami.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Isotermas de sorción

Waletzco y Labuza (1976) indican que el agua adsorbida en el producto se encuentra en equilibrio con el agua en estado de vapor en el aire de la atmósfera que lo rodea, por eso se suele llamar también humedad relativa en equilibrio (%HRE) . Las isotermas de sorción son la representación gráfica del contenido de humedad presente en el alimento contra la actividad de agua en condiciones isotérmicas, donde el material está en equilibrio higroscópico con el ambiente en que se encuentra y no existe cambio en el peso de la muestra según Zug (2002). En numerosas ocasiones se ha intentado, a partir de mecanismos termodinámicos de adsorción, desarrollar expresiones matemáticas que se ajusten a los distintos datos experimentales obtenidos, teniendo como base las propiedades fisicoquímicas y termodinámicas. Los modelos matemáticos que se usan con mayor frecuencia son los propuestos por Langmuir, Freundlich y por Brunauer, Emmett y Teller (BET) a nivel de la monocapa. Pero el modelo matemático que describe los fenómenos termodinámicos del agua en los alimentos es el modelo de Guggenheim, Andersen de Boer, (GAB) en todo el espectro de las isotermas de sorción.

2.2.2. Descripción de la Materia Prima

La papa (*Solanum tuberosum*) pertenece a la familia de las solanáceas de plantas con flores. La papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo después del arroz y el trigo, en términos de consumo humano. La papa es de propagación vegetativa, lo que significa que una nueva planta se puede cultivar a partir de una papa o un pedazo de papa, se llama "semilla" (PROBAGRO, 2017). La papa es una planta herbácea anual que crece hasta los 100 cm (40 pulgadas) de alto. Durante el crecimiento de la planta de papa, sus hojas compuestas van preparando el almidón que es transferido posteriormente hacia los tallos subterráneos (o estolones). Estos tallos se engrosan para formar tubérculos cerca de la superficie del suelo. Se pueden llegar a formar de unos pocos hasta 20

tubérculos. El número de tubérculos que llegan a la madurez depende de la disponibilidad de humedad y nutrientes en el suelo. El tamaño y forma de los tubérculos pueden variar y el peso puede llegar a un máximo de 300 gr. (10 onzas) cada uno. (PROBAGRO, 2017).

2.2.3. Industrialización de la papa en el Perú

Se estima que el 4% de la producción Nacional de papa se destina a la agroindustria, siendo los principales rubros de procesamiento, las papas enteras para freír congeladas y las hojuelas. Algunas de las marcas de estos tipos de presentación son: Inca's Gold, Jalca Chips y Papy Bum (hojuelas de papas), Del Ande (papas en tiras para freír congeladas), Puré Andino y Los Aymaras (chuño blanco o tunta), Devaux et al ., (2012). La presencia de supermercados e hipermercados así como de centros de comida rápida o “fastfood” ha generado demandas por productos derivados de la papa, con exigencias en presentación, variedades y calidad que garanticen su rápida preparación.

2.2.4. Producción de papa en Piura

En una noticia del Diario el Correo (Junio 2015), indica que de acuerdo con las últimas cifras estadísticas elaboradas por el Ministerio de Agricultura y Riego, la provincia de Huancabamba lidera en Piura la mayor producción de papa como producto bandera, con 1,510 hectáreas sembradas.

El cultivo de papa realizado a través de la Agencia Agraria Huancabamba, durante el período 2000–2012, fue en promedio de 1,137 hectáreas y se obtuvo rendimientos de 10.64 toneladas por hectárea de este tubérculo.

Huancabamba produce en total, el 83% de la papa a nivel regional, siendo la provincia papera por excelencia; y actualmente la variedad Amarilis ocupa el 75% a 80% del área cultivada de Piura.

Según el Gobierno regional (2016), las provincias productoras de papa en la región son: Ayabaca, Morropón (parte Alta) y Huancabamba, esta última lidera la mayor producción con 6,896 toneladas que representa el 88.6%. El área cosechada hasta agosto del 2016, es de 678 hectáreas. Las variedades producidas son: Amarilis (30%), Canchan (30%), Única (10%) – conocidas como papa blanca, Huayro (10%), Amarilla Limeña (10%) y Peruanita (10%) – conocidas como papas amarillas.

La producción en Ayabaca fue de 342 toneladas equivalente al 4.4%, en un área cosechada de 42 hectáreas, siendo las variedades: Yungay (70%), Perricholi (10%), Tomasa (5%), Peruanita (10%) y Amapola o Chaucha (5%). Mientras que, en Morropón la producción fue de 548 toneladas (7%) y, las áreas cosechadas fueron 98 hectáreas en las variedades de Única (50%), Canchan (10%) y Amarilis (5%).

“En los últimos dos años, se ha producido aproximadamente 18,792 toneladas de papa en Huancabamba. En promedio, de 1.566 hectáreas instaladas se obtuvieron rendimientos de 11.5 a 12 toneladas por hectárea, utilizando semilla básica producida por los agricultores de la zona, la siembra y manejo es tradicional sin mecanización agrícola y el riego es por gravedad”. El cultivo de papa en la Provincia de Huancabamba se produce en los distritos de Sándor, Carmen de la Frontera, Huancabamba, Lalaquiz, El Faique Canchaque y Sondorillo, este último es una de las principales zonas ecológicas apropiadas para su producción, con buenos rendimientos debido a la existencia de amplios agro ecosistemas con altitudes de 2500 a 3000 msnm, agua permanente aunque insuficiente y productores con mucha experiencia en la producción y comercialización del tubérculo.

Sondorillo cuenta con dominio de tecnologías de producción de papa para consumo, área de procesos (selección, clasificación, ensacado) y almacenes amplios de material local, herramientas y equipos agropecuarios.

2.2.5. Producción de papa a nivel Nacional

MINAGRI (2017), indica que la producción de papa en el país pasó de 1 364,3 a 4 527,6 mil toneladas entre 1950 y 2016, mostrando una tasa de crecimiento anual promedio de 1,8%. Sin embargo, en las dos últimas décadas (de 1997 al 2016), la producción de este tubérculo creció más rápidamente, a una tasa de 3,4% anual, llegándose a obtener en el año 2015, una producción histórica récord de 4 715,9 mil toneladas, como resultado de la expansión de la superficie cosechada, que creció a una tasa anual promedio de 1,2% y principalmente, de una mejora de los rendimientos por ha, que creció a una tasa anual promedio de 2,2%. En la figura 2.1 indica la producción anual de Papa desde 1997 hasta 2016.

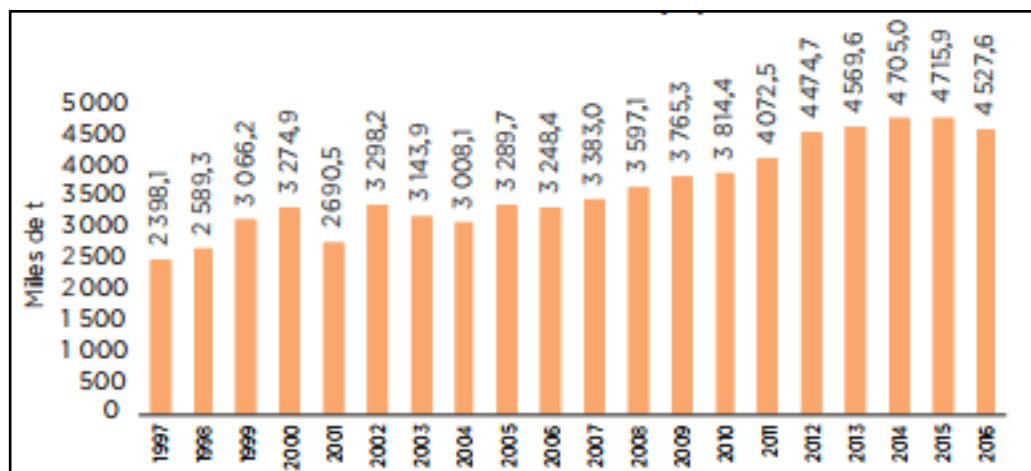


Figura 2. 1 Producción anual de papa, 1997 – 2016

Fuente: MINAGRI-DGESEP (2017)

2.2.6. Medición de la vida útil

Kilcast y Subramanian (2000) consideran que la determinación de la vida en anaquel se puede realizar mediante:

- Paneles sensoriales: La medición de los cambios de la calidad sensorial de un alimento requiere del uso de técnicas sensoriales. Estas son usualmente mediciones cualitativas y cuantitativas de un panel entrenado, aunque también puede provenir de consumidores finales.
- Métodos instrumentales: Se han diseñado muchas pruebas que permiten el uso de técnicas instrumentales para la medición de factores de calidad sensorial, pero éstos sólo son válidos si pueden correlacionarse con las mediciones sensoriales respectivas. Los métodos instrumentales pueden ser un complemento importante para los métodos sensoriales.

Se han desarrollado nuevas técnicas instrumentales para asistir la determinación de las características organolépticas en la predicción de la vida en anaquel de los alimentos. Algunos ejemplos son: Narices electrónicas, analizadores de textura, colorímetros, instrumentos reológicos, difracción de rayos X, medidores de actividad de agua.

- Mediciones físicas: La medición física más común es la del cambio de textura de un producto. Estos cambios pueden ser el resultado de reacciones químicas que ocurren

dentro del producto, como aquellos causados por la interacción entre los ingredientes o por influencia medio ambiental, como la migración de la humedad a través del empaque.

- Mediciones químicas: Los análisis químicos juegan un rol vital en la determinación de la vida en anaquel, dado que pueden ser usados para medir las reacciones químicas que ocurren en un alimento durante su almacenamiento, o para confirmar los resultados obtenidos por un panel sensorial.

Para cualquier producto, las reacciones químicas ocurren simultáneamente durante el almacenamiento. Sin embargo, sólo es necesario medir aquellas reacciones claves en la calidad del producto. Las pruebas químicas que determinan cambios en una característica particular de calidad pueden ser aplicables a diferentes tipos de productos. Un ejemplo de estos, es la medida del valor de peróxido como indicador del nivel de rancidez de los productos.

- Mediciones microbiológicas: existen dos aspectos importantes a ser considerados en la determinación de la estabilidad microbiológica de un producto: Crecimiento microbiano y, el crecimiento de microorganismos patógenos que afectan la inocuidad del alimento.

2.2.6.1. Modelización de las isotermas de adsorción

Existen diferentes modelos bibliográficos, habitualmente utilizados en el ajuste de datos experimentales de isotermas de sorción de alimentos ver cuadro 2.1. En todos ellos la humedad es función de la actividad de agua y de unos parámetros, cuyos valores se obtienen tras realizar el correspondiente ajuste.

Cuadro 2. 1 Ecuaciones a utilizar para el modelo de las isotermas de la harina de maíz.

Modelo	Ecuación	Parámetros
GAB	$X_w = \frac{X_m \cdot C \cdot k \cdot a_w}{(1 - k \cdot a_w) \cdot (1 + (C - 1) \cdot k \cdot a_w)}$	X_m , es la humedad del producto correspondiente a la situación en que los puntos de adsorción primarios están saturados por moléculas de agua. C, es la constante de Guggenheim, característica del producto y relacionada con el calor de adsorción de la monocapa. k , es un factor de corrección relacionado con el calor de sorción de la multicapa.
BET	$X_w = \frac{X_m \cdot C \cdot a_w}{(1 - a_w) \cdot (1 + (C - 1) \cdot a_w)}$	X_m , es la humedad del producto correspondiente a una capa monomolecular de agua adsorbida C, constante característica del material relacionada con el calor desprendido en el proceso de sorción
HENDERSON	$X_w = 0,01 \left[\frac{-\log(1 - a_w)}{10^f} \right]^{1/n}$	n y f, son parámetros característicos del producto
CAURIE	$X_w = \exp \left[a_v \cdot \ln(v) - \frac{1}{4,5 \cdot X_g} \right]$	v , es una constante característica del material. X_g , contenido de humedad de seguridad que proporciona la máxima estabilidad al alimento deshidratado durante el almacenamiento
SMITH	$X_w = B + A \cdot \log(1 - a_w)$	A y B son constantes del modelo y características para cada alimento
OSWIM	$X_w = A \left[\frac{a_w}{1 - a_w} \right]^B$	
HALSEY	$X_w = \left(\frac{A}{\ln(1/a_w)} \right)^{1/B}$	

Fuente: Vega, Lara y Lemus (2006)

2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Según la Norma Técnica Peruana NTP 011.400- 2007. Tubérculos procesados - papa deshidratada, menciona que:

- Chuño blanco: término que generaliza a la tunta y moraya, en zonas ajenas a las zonas de producción y consumo.
- Chuño: Tubérculo deshidratado sin cáscara de color pardo oscuro, procesado mediante sucesivos congelamientos y secado con exposición al sol.
- Khachu-chuño: Tubérculo congelado y descongelado en corto tiempo.
- Lojota o chuño fresco: Tubérculo fresco congelado durante una noche, sin exposición al sol.
- Moraya: Alimento deshidratado de tubérculos de color blanco pardo, de proceso similar a la Tunta sumergido en aguas semi-estancadas.
- Papa alargada: Tubérculo coniforme de forma alargada.
- Papa amarga: Se refiere al grupo de variedades nativas pertenecientes a tres especies: del género *Solanum*: (*S. juzepczukii*, *S. courtilobum*, y *S. ajahuiri*). Los tubérculos poseen glicoalcaloides que le confieren el sabor amargo.
- Papa dulce: Se refiere a las variedades nativas y mejoradas de las especies: *Solanum andigena* y *Solanum stenotomum*. Los tubérculos no poseen glicoalcaloides, y son de sabor agradable.
- Papa redonda: Tubérculo de forma semi-esférica.
- Tunta: Alimento elaborado mediante un proceso de deshidratación de Tubérculos a través de sucesivos congelamientos (con protección solar), sumergido en agua corriente (río) y secado al sol. La Tunta posee color blanco, superficie áspera con hendiduras, propio de los ojos del tubérculo que le dio origen.
- Tuntilla: Tunta de pequeñas dimensiones, elaborada a partir de tubérculos pequeños.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis General

La deshidratación de la papa (*solanum tuberosum*) de descarte del mercado Mayorista de Piura permite obtener papa seca para consumo humano a baja humedad final.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Las características físicoquímicas y microbiológicas de la papa de descarte deshidratada, se ajustan a las características de un producto deshidratado.
- Los niveles de humedad final de la papa de descarte deshidratada, son suficientes para evitar el crecimiento microbiano.
- Las isotermas de adsorción de la papa deshidratada y su valor de la monocapa, es similar a la de los productos deshidratados.

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

En el presente trabajo de investigación se emplearán diferentes métodos, procedimientos en concordancia con la problemática planteada en la descripción y formulación del problema así mismo se indicará el tipo, nivel de estudio y el diseño a emplear. El diagrama de flujo para obtener papa deshidratada se muestra en la Figura 3.1.

3.1. ENFOQUE Y DISEÑO

3.1.1. Enfoque

El enfoque es cuantitativo.

3.1.2 Diseño

El diseño de investigación es experimental de clase experimental puro, este diseño requiere un control estricto sobre los experimentos, manipulando las variables independientes.

3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

- **Población**

Son los puestos de venta de papa en el mercado mayorista de Piura. Son 10 mayoristas en la sección de papas.

- **Muestra**

Para el trabajo de investigación solo se requiere de 10 kg de papa fresca, distribuido: 5 kg para el deshidratado, 5 kg para análisis físico químico.

- **Técnicas de muestreo**

Se realizó mediante la técnica de muestreo aleatorio simple para la papa de descarte fresca y no aleatorio para el producto final.

3.2.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis trabajada fue la papa fresca de descarte para los análisis del producto fresco; y se utilizó bolsas de 250 g de papa deshidratada para los análisis del producto terminado.

Los **instrumentos de medición** utilizados en la investigación son instrumentos físicos, como densímetros, termómetros, balanzas, molino, higrómetros, campanas de vidrio, equipo soxhlet, etc.

Los **niveles de medición** de los datos recolectados se clasifican en escala, es decir son números puros y de razón por que los datos guardarán alguna proporcionalidad semejante a lo que la norma técnica peruana exige.

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Como modelo teórico se utilizó ecuaciones matemáticas para obtener el tiempo de vida útil. El método a utilizar es el Método experimental, por utilizar variables independientes.

3.3.1. Modelo a seguir:

Los datos experimentales se modelaron con la ecuación conocida GAB, modelo usado para modelar las isotermas de adsorción de alimentos (Al-Muhtaseb et al., 2002).

En alimentos se modelan generalmente con la ecuación de Guggenheim, Andersen de Boer (GAB) Ecuación 1, para determinar el valor de monocapa, con Excel y con el programa Software Statistica. A temperaturas de 25 °C, 35 °C y 45 °C.

$$X_{eq} = \frac{X_m * C * K * a_w}{(1 - K * a_w) * (1 - K * a_w + C * K * a_w)} \quad (1)$$

Donde:

a_w : actividad de agua

X_{eq} : humedad en equilibrio (g.agua / g.m.s)

X_m : valor de la monocapa (g.agua / g.m.s)

C,K : constantes

- **Estimación de la vida útil:** Se utilizó el modelo Heiss Y Eichner para estimar el tiempo de vida útil. Ecuación 2. Este modelo puede utilizarse asumiendo que la isoterma de vapor de agua que es el factor determinante, entre otros, tales como la presencia de bacteria, el oxígeno y la luz que podría limitar el tiempo de conservación (Ikhu-Omoregbe 2006).

$$t_s = \frac{\ln[(X_e - X_i)/(X_e - X_c)]}{K_s (A/W) (P_0/S)} \quad (2)$$

Donde :

t_s : tiempo de vida en anaquel del alimento

K_s : permeabilidad del empaque ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) (ficha técnica del envase, Anexo 4)

A : área del empaque (m^2)

W : peso de muestra (materia seca en kg)

P_0 : presión de vapor del agua a la temperatura de almacenamiento (Pa)

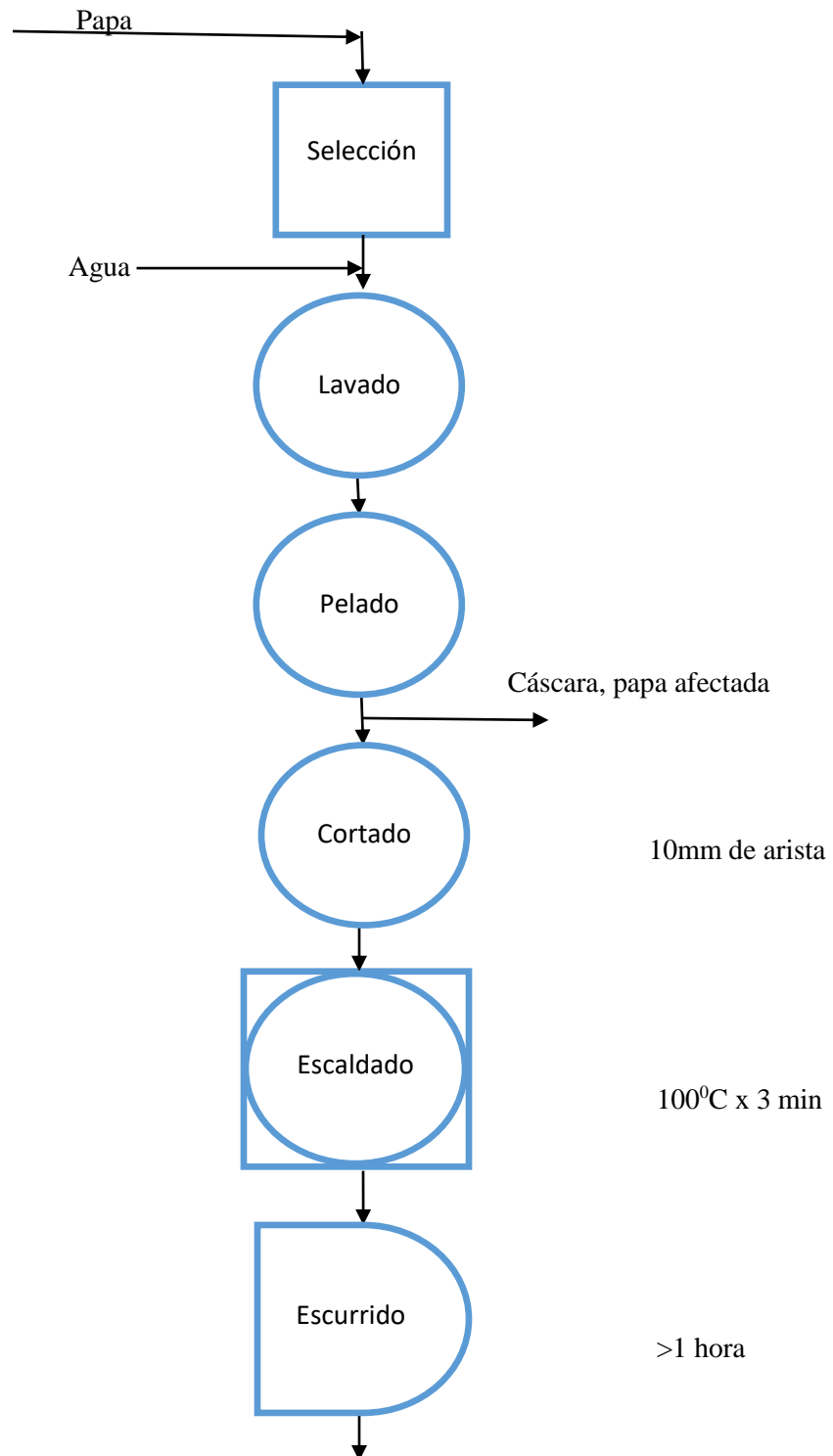
S : pendiente de la isoterma entre la humedad crítica y la de equilibrio $(X_e - X_c)/(A_w - A_{wc})$.

X_i : humedad inicial en base seca (kg agua / kg base seca).

X_e : humedad de equilibrio (kg agua / kg base seca).

X_c : humedad de seguridad (kg agua / kg base seca).

3.3.2. Diagrama de operaciones de proceso de elaboración de papa deshidratada.



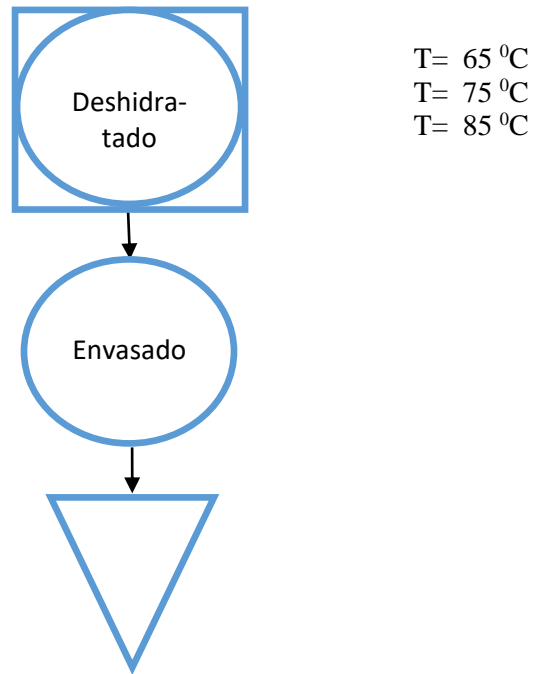


Figura 3. 1 Diagrama de operaciones para obtener papa deshidratada.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Etapas del proceso para la obtención de la papa deshidratada.

- **Selección.-** La papa en venta en los stand del mercado Mayorista de Piura, se selecciona al azar las papas enteras picadas, fermentadas por los lados, con manchas, luego la parte afectada será eliminada, haciendo uso de un cuchillo de acero inoxidable, se corta la parte afectada para luego eliminarla, quedándose con la parte no afectada que irá a la siguiente etapa del proceso.
- **Lavado.-** inicialmente con agua potable para eliminar impurezas como arena; luego con una solución de 50 ppm de hipoclorito de sodio para disminuir la carga microbiana que podría traer la papa y finalmente nuevamente con agua potable.
- **Pelado y cortado.-** Con el mismo cuchillo de acero inoxidable, limpio y desinfectado, se retirará la cascara para luego hacer cortes de forma cúbica, el cortado es de 10 mm de arista. Para cortarlas también se podría hacer uso de una maquina troceadora con un dado adecuado para obtener los cubos de 10 mm de arista.
- **Escaldado.-** Esta operación se realiza a temperatura de ebullición para inactivar las enzimas naturales de la papa, además mejora la consistencia, el sabor y el rendimiento de la papa seca como producto final, a temperatura de 100°C por 3 minutos.
- **Escurrido.-** Debe escurrirse las papas cortadas eliminando el exceso de humedad empleando un papel absorbente por un tiempo mayor a 1 hora.
- **Deshidratado.-** Se debe distribuir la papa trozada/cortada sobre las mallas o bandejas, consiste en eliminar el agua del alimento hasta que su contenido final aproximado sea del 10% (15% como máximo según NTP 011.400:2007). Debido a los altos costos de esta operación, se recomienda un sistema de secado mixto (comprendido por un pre-secado con aire caliente y un secado solar final). La temperaturas de secado serán de 65 °C, 75 °C y 85 °C.
- **Pesado y Embolsado.-** La papa deshidratada se pesa y se coloca en bolsas de plástico de polietileno.
- **Almacenado.-** A condiciones ambientales para evaluar la vida de anaquel del producto.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.4.1. Métodos de Análisis a la Papa fresca

a). Análisis físico- químicos

- Determinación de la densidad relativa: Mediante el método del picnómetro.
- Determinación de la humedad: Peso constante, según método de la A.O.A.C.(2005).
- Determinación de pH: Haciendo uso del pHmetro, según método de la A.O.A.C.(2005).
- Determinación de la acidez: Por titulación, método de la A.O.A.C.(2005).
- Determinación de cenizas, según Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 15th.
- Determinación de fibra, según el método de la A.O.A.C.(2005).

3.4.2. Métodos de Análisis a la Papa deshidratada

a). Análisis físico-químicos

- Determinación de la densidad relativa: Mediante el método del picnómetro.
- Determinación de la humedad: Peso constante, método de la A.O.A.C.(2005).
- Determinación de pH: Haciendo uso del pHmetro, método de la A.O.A.C.(2005).
- Determinación de la acidez: Por titulación, método de la A.O.A.C.(2005).
- Determinación del tamaño de partícula. Por granulometría, haciendo usos de tamices (Lees, 1982).
- Determinación del valor de monocapa: Haciendo uso de ambientes a diferentes humedades relativas (Barbosa-Cánovas, Juliano, 2007)
- Determinación de las isoterms: La papa deshidratada, se someterá a tres temperaturas de trabajo, 25 °C, 35 °C y 45 °C. La metodología consiste en dejar en equilibrio una masa conocida de muestra (en triplicado) con su atmósfera, en un recipiente cerrado herméticamente el cual contiene un vaso con disolución saturada de sal de actividad de agua conocida, dichas sales ya están dadas en una tabla con su ecuación para obtener la actividad de agua (Anexo 5). A partir de ese momento se controlará el peso de la muestra cada 10 días, hasta que se llega a peso constante (condición de equilibrio), (Zug, 2002).

b). Análisis Microbiológico

- Determinación de hongos y levaduras, Según Método ICMSF: Vol. 1, 2da Ed. 2000.
- Determinación de Escherichia coli, según ISO 7402 Directiva general para el recuento de Escherichia coli. Técnica del NMP y método por recuento de colonias.
- Determinación de Mesófilos viables, según ISO 4833 Directiva general para el recuento de mesófilos viables. Método por recuento de colonias a 30°C

3.4.3. Materiales e instrumentación

3.4.3.1. Materiales

- Mesas de trabajo.
- Ollas de acero inoxidable.
- Cuchillos.
- Pelador de papas.
- Cortador de vegetales.
- Tablas de picar.
- Recipientes.
- Bandejas de secado.
- Vernier.
- Matraz Erlenmeyer PYREX de 250ml, 500ml y 1000ml.
- Tubos de ensayo Pyrex de 10ml.
- Placas Petri.
- Envases de vidrio.
- Mortero.
- Picetas.
- Cápsulas de porcelana.
- Coladera de acero inoxidable.
- Platos y vasos descartables.
- Bolsas de polietileno de alta densidad.
- Manos calientes (hot hand).

3.4.3.2. Equipos

- Secador o deshidratador convencional EXICCATOR.
- Termobalanza MOISTURE ANALYZER.
- Balanza analítica de precisión.
- Cocina semi-industrial.
- Termómetro digital y de mercurio.
- pH-metro marca TRACER POCKETESTER.
- Cronómetro digital.
- Bomba de vacío.
- Selladora.

3.4.3.3. Reactivos

- Bisulfito de sodio.
- Agua potable.
- Agua destilada.
- Fenoftaleína.
- Hexano.
- Hidróxido de sodio NaOH al 0.1N

3.4.4. Métodos, técnicas y uso de software de tratamiento y análisis de datos.

El cuadro 3.1 describe las humedades que fueron tomadas de la ecuación (1), para luego aplicar la ecuación (2), determinando el tiempo de vida útil y la isoterma de adsorción.

Cuadro 3. 1 Diseño experimental: Temperatura, Humedad y Vida útil.

Temperatura	25 °C	35 °C	45 °C
Xc	X1	X2	X3
Xe	X1	X2	X3
Xi	X1	X2	X3
Ks(kgH₂O/m².Pa.día)	X1	X2	X3
A(m²)	X1	X2	X3
Ws(Kg)	X1	X2	X3
Po(Pa)	X1	X2	X3
S	X1	X2	X3
VIDA ÚTIL			
Temperatura (°C)	25	35	45
Ts (días)	X1	X2	X3
Meses	X1	X2	X3

Fuente: Vega, Lara y Lemus (2006)

3.4.5. Diseño estadístico

Para realizar el estudio de los datos y determinar si hay diferencia significativa en los resultados de obtención del producto se utilizará un análisis ANOVA. Si hay diferencia significativa, se aplicará la prueba de comparación de medias de DUNCAN con un nivel de significancia de 5% para determinar cual es el mejor tratamiento. El nivel de confiabilidad será de 95%. Los datos se evaluarán y se compararán usando el sistema de Statgraphics XVII para realizar los cálculos, analizar información, visualizar los datos y gráfica.

3.5. ASPECTOS ÉTICOS

La toma de datos se guardó en un archivo con uso de contraseña, con la reserva de seguridad, además la información recopilada es contrastada con otras fuentes bibliográficas.

Este documento, se realizó con buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura, desde el punto de vista ético, tenemos que tener en cuenta, además de las normas internacionales, el lugar donde se desarrolló la investigación; hay características culturales de las sociedades que están participando, que pueden hacer necesario introducir variaciones en la forma en que desarrollemos nuestra tesis, la cual no alteró el medio.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Análisis fisicoquímico de la papa blanca fresca

En el cuadro 4.1, muestra el contenido de componentes bromatológicos: de humedad en base húmeda así como el contenido de cenizas y fibra.

Cuadro 4. 1 Resultados de los análisis fisicoquímicos de la papa

Ensayos fisicoquímicos	Resultados (MO1)
Humedad (%)	78.36
Cenizas totales (%)	0.50
Fibra cruda (%)	0.60
Densidad (g/ml)	1.07
pH a 25°C	6.90
Acidez titulable (%)	0.16

Fuente: Elaboración propia.

4.2. DISCUSIONES:

Según Reyes et al. (2009) en las Tablas Peruanas de Composición de Alimentos de la papa blanca *Solanum tuberosum L.*, menciona que por cada 100 gr de producto, contiene 74.5 g de agua, 3 g de fibra y 1 gramo de ceniza y comparando con los resultados de los análisis de la materia prima utilizada en el estudio, para el caso de la humedad es un valor de 78.36, 0.5 de ceniza y 0.6 de fibra cruda, existiendo diferencias posiblemente al tipo de suelo, a las técnicas agrícolas o al grado de frescura del producto.

El valor de pH encontrado en la materia prima (6.9) y el de acidez (0.16%), son valores cercanos a los encontrados por Obregon y Repa (2013), quienes reportaron valores de pH entre 6.30 y 6.90 y valores de Acidez entre 0.03% y 0.09%. Salazar, Sambrano, y Valecillos (2008), reportan valores de pH entre 6.51 y 6.74 y valores de acidez entre

0.358% y 0.420%. Ojeda *et al.* (2010) reportaron valores de pH entre 5.55 y 6.15 y valores de acidez entre 0.286% y 0.469%, valores mucho mas bajos a los encontrados en el estudio. Obrego y Repa afirma que el contenido de ácidos orgánicos de la papa varía según su estado de madurez, aquellos tubérculos que son cosechados tempranamente presentan niveles de acidez más bajos. Kolbe y Stephan-Beckmann (1997), Love *et al.* (2003), Hajslová *et al.* (2005), citados por Ojeda *et al.* (2010), han reportado que la acidez esta muy influenciada por el ambiente, con una gran diversidad de respuestas en los ácidos orgánicos de los tubérculos de papa presentándose algunos materiales más estables que otros. En el cuadro 4.2, la acidez varia al ser sometido la papa a diferentes temperaturas, al eliminarse el contenido de agua.

Cuadro 4. 2 Contenido de humedad final a diferentes temperaturas de deshidratado.

Parámetros	Temperaturas		
	65°C	75°C	85°C
Humedad (%)	21.12	12.20	8.78
Acidéz Titulable (%)	0.24	0.19	0.10

Fuente: Elaboración propia.

Discusión:

El cuadro 4.3, muestra a diferentes temperaturas que estuvo la papa, con el fin de construir las isotermas de adsorción del modelo de GAB, relacionando a_w en el eje X y a_w/x en el eje Y, en su forma polinómica, para luego obtener los parámetros de sorción y determinar K, C y X_m , para la construcción de la isotermas (Anexo 2). Los valores de humedad de equilibrio X, se determinaron utlizando las campanas de vidrio, colocadas a las temperaturas de 25 °C, 35 °C y 45 °C.

Cuadro 4. 3 Datos experimentales para construcción de isotermas a diferentes temperaturas

25°C			35°C			45°C		
Aw	X	aw/x	aw	X	aw/x	aw	X	aw/x
0,15	0,91	0,165	0,16	0,949	0,169	0,18	1,005	0,179
0,21	1,145	0,183	0,28	1,151	0,243	0,3	1,234	0,243
0,301	1,405	0,214	0,381	1,591	0,239	0,44	1,411	0,312
0,549	2,5	0,220	0,593	2,623	0,226	0,599	1,854	0,323
0,661	3,295	0,201	0,696	3,777	0,184	0,659	2,543	0,259
0,779	4,355	0,179	0,798	4,502	0,177	0,881	4,998	0,176
0,848	5,255	0,161	0,872	5,806	0,150	0,898	5,984	0,150
0,89	6,29	0,141	0,9	6,872	0,131	0,951	7,871	0,121
0,93	7,99	0,116	0,95	8,689	0,109	0,98	8,945	0,110

Fuente: Elaboración propia.

La figura 4.1., nos muestra la gráfica polinómica a 25 °C, los datos fueron tomados del cuadro 4.3 y llevados a Excel para luego obtener los parámetros de sorción.

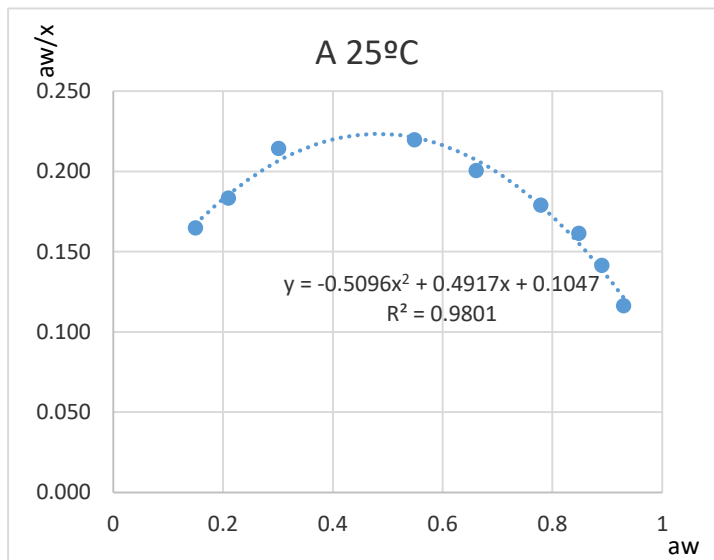


Figura 4. 1 Gráfica polinómica a 25 °C

Fuente: Elaboración propia.

La figura 4.2., nos muestra la gráfica polinómica a 35 °C, los datos fueron tomados del cuadro 4.3 y llevados a Excel para luego obtener los parámetros de sorción.

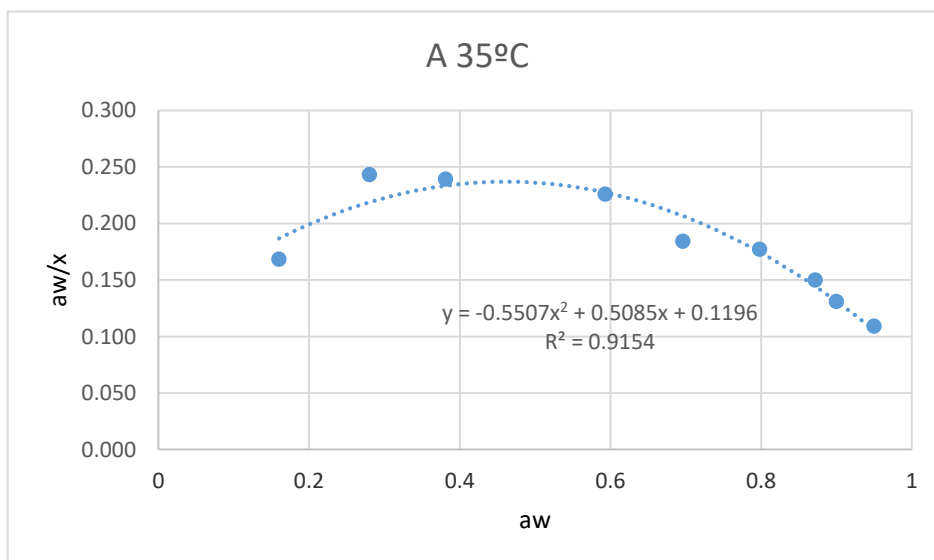


Figura 4. 2 Gráfica polinómica a 35 °C
Fuente: Elaboración propia

La figura 4.3., nos muestra la gráfica polinómica a 45 °C, los datos fueron tomados del cuadro 4.3 y llevados a Excel para luego obtener los parámetros de sorción.

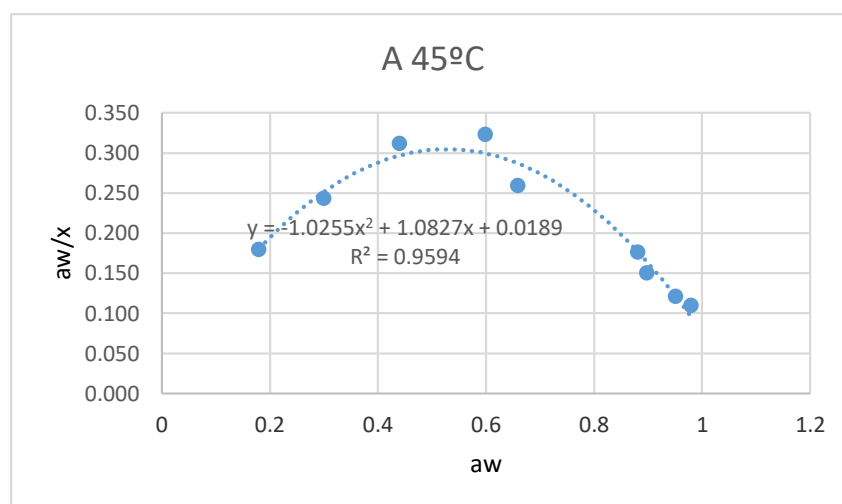


Figura 4. 3 Gráfica polinómica a 45 °C
Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de las gráficas polinómicas procedemos a realizar las isotermas de adsorción, relacionando en el eje de las X a las a_w y en el eje de las Y la humedad de equilibrio utilizando modelo GAB.

La figura 4.4., nos muestra la isoterma de adsorción usando el modelo GAB a 25 °C, los datos fueron llevados a Excel donde nos dio como resultado una isoterma de forma sigmoideal tipo II.

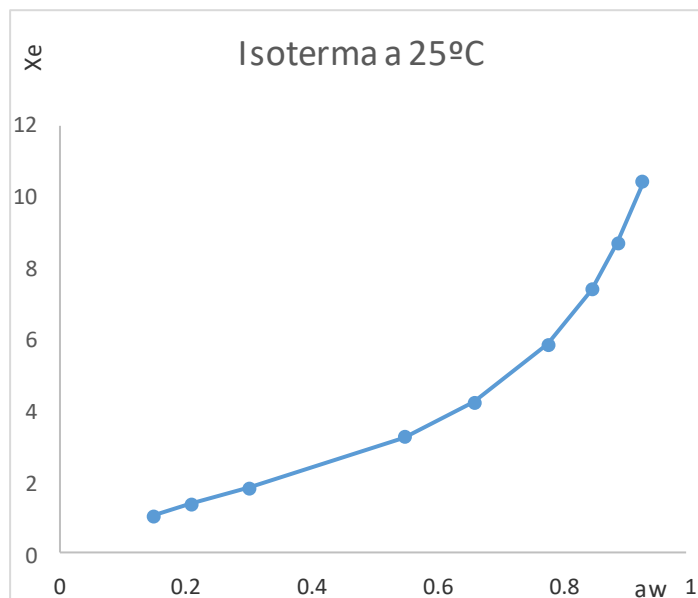


Figura 4. 4 Isotherma de adsorción según modelo de GAB a 25 °C
Fuente: Elaboración propia

La figura 4.5., nos muestra la isoterma de adsorción usando el modelo GAB a 35 °C, los datos fueron llevados a Excel donde nos dio como resultado una isoterma de forma sigmoideal tipo II.

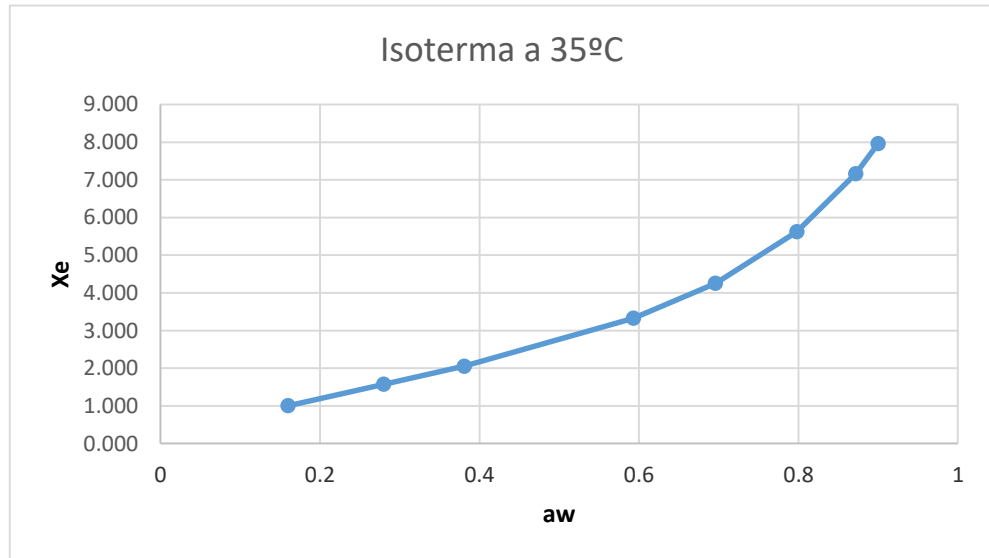


Figura 4. 5 Isoterma de adsorción según modelo de GAB a 35 °C
Fuente: Elaboración propia

La figura 4.6., nos muestra la isoterma de adsorción usando el modelo GAB a 45 °C, los datos fueron llevados a Excel donde nos dio como resultado una isoterma de forma sigmoideal tipo II.

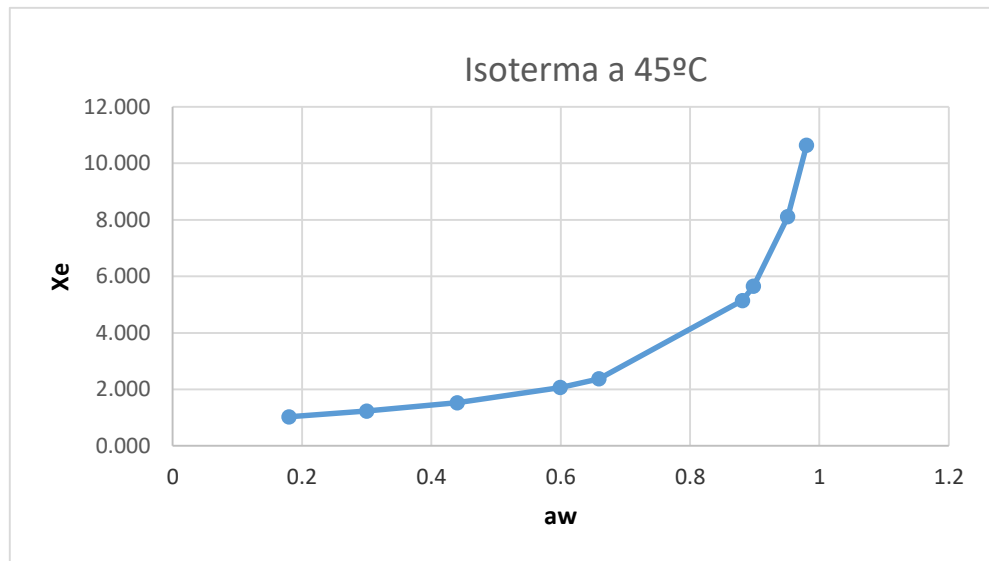


Figura 4. 6 Isoterma de adsorción según modelo de GAB a 45 °C
Fuente: Elaboración propia

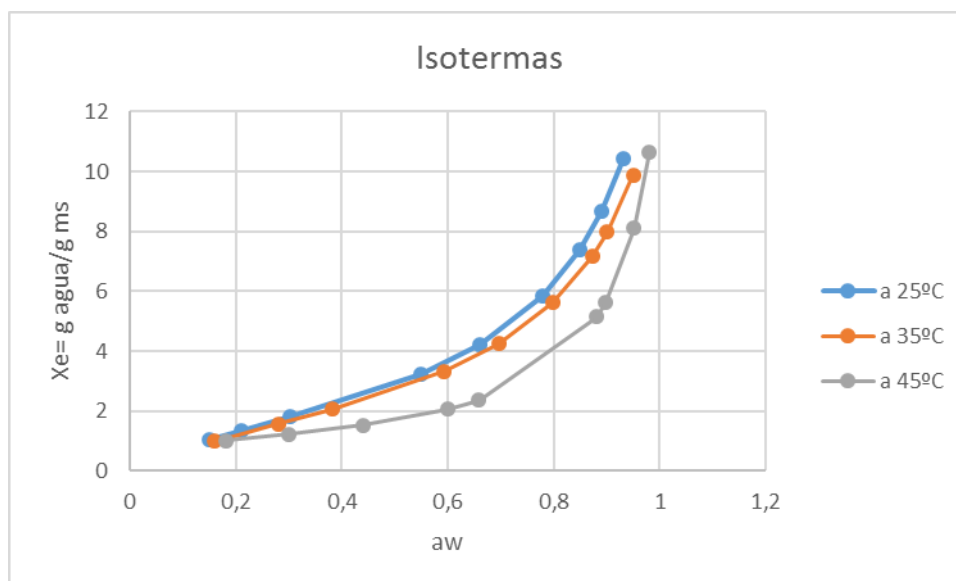


Figura 4. 7 Isotermas de adsorción de la papa deshidratada a temperaturas de 25 °C 35 °C y 45 °C
Fuente: Elaboración propia

Discusión:

De la Figura 4.7 podemos observar que el comportamiento de las isotermas de sorción es de forma sigmoidal correspondiendo al tipo de isotermas II de acuerdo a la clasificación BET que es típico en alimentos con almidón (McMinn *et al.*, 2007). Kulchan *et al.* (2010) obtuvo una isoterma similar al obtenido en este estudio clasificándolo como isoterma sigmoidal tipo II. Katz y Labuza (1981) obtuvieron también la forma sigmoidal en las isotermas de sorción de la papa. Podemos observar ligeramente el primer punto de inflexión a aproximadamente 0,4 de actividad de agua, y el segundo punto de inflexión a aproximadamente 0,7 de actividad de agua, según Bell y Labuza (2000) en las isotermas tipo II se evidencia dos puntos de inflexión el primero alrededor de 0,2 – 0,4 de a_w y el segundo a 0,65 – 0,75 de a_w . Saavedra (2009) encontró en los *chips* de yuca que las isotermas de sorción son del tipo III, y ajustó las isotermas al modelo BET.

Predicción de la vida útil de la papa deshidratada

Haciendo uso de la ecuación (1) del modelo de GAB y (2) modelo de Heiss y Eichner, tenemos el cuadro 4.4., de los parámetros usados para la estimación de vida útil de la papa deshidratada a 25 °C.

(1)

$$X_{eq} = \frac{X_m * C * K * a_w}{(1 - K * a_w) * (1 - K * a_w + C * K * a_w)}$$

Ecuación para determinar el tiempo de vida útil :

(2)

$$t_s = \frac{\ln[(X_e - X_i)/(X_e - X_c)]}{K_s (A/W) (P_0/S)}$$

Cuadro 4. 4 Parámetros empleados para la estimación de la vida útil de papa deshidratada.

Parámetros	°T 25°C
Xc(kgagua/kgms)	0,19
Xe(kgagua/kgms)	3,33
xi(kgagua/kgms)	0,268
K(kgagua/m2.Pa.dia)	9,14E-10
A(m2)	0,03
Ws(kgms)	1
Po(Pa)	3173,073
S	4,62
espesor(um)	100000
Tiempo de vida útil(días)	19.1

Fuente: Elaboración propia.

Discusión:

Considerando la actividad de agua crítica (awc) es 0,021 y la actividad de agua de equilibrio de 0,7, para la papa deshidratada. La humedad de equilibrio se relaciona con la actividad de agua en equilibrio y este con la humedad relativa, la humedad relativa de 70% en Piura, según higrómetro.

Según Manikantam et al (2012), indican que la mayor causa de deterioro de *chips* de plátanos es la absorción de humedad y rancidez por oxidación de lípidos, durante el almacenamiento la vida útil es afectado por el empaque, los factores ambientales como el oxígeno, la temperatura y la humedad relativa. Quast y Karel (1972) encontraron que la

a_w crítica para los *chips* de papa fue 0,40 . Jena (2012) uso el modelo GAB en la predicción de vida útil por ganancia de humedad de leche de coco en polvo. Predijo que el tiempo de vida por ganancia de humedad es de 30 días y a ese tiempo el valor de peróxido fue de 7 meq de O₂ por kg de grasa, que está por debajo del máximo permitido.

4.1.2. Determinación microbiológica

El cuadro 4.5., muestra los resultados de los ensayos microbiológicos de la papa deshidratada a 75 °C.

Cuadro 4. 5 Análisis microbiológicos de la papa deshidratada.

Ensayo	Resultado
Mohos (UFC/g)	0.97x10
Levaduras(UFC/g)	0
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100g)	<10
<i>Salmonella sp</i> (Ausencia/25g)	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

Discusión:

Los resultados del análisis microbiológico indica que la papa deshidratada cumplen con los límites microbiológicos establecidos por la NTS N° 071–MINSA/DIGESA- V.01. (Anexo 3). Al comparar estos valores indican que los resultados finales se encuentran por debajo del valor “m”. según la NTS N° 071–MINSA/DIGESA- V.01. el valor “m” indica el límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable, un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y los valores superiores a "M" son inaceptables, representando un riesgo para la salud. Por lo tanto, los cubos de papa deshidratada son un producto aceptable para el consumo humano.

CONCLUSIONES

- Se deshidrató papa de descarte del mercado Mayorista de Piura y se obtuvo papa seca como producto final, resultando inocuo para el consumo humano.
- Las características físicoquímicas de la papa fresca de descarte fueron: Humedad (12.20 %), Acidez (0.19 %) a 75°C y 9 ufc/g de Mohos como análisis microbiológico de la papa de descarte deshidratada.
- Con las temperaturas de deshidratación a 65°C, 75°C y 85°C se obtuvieron (21.12 %), (12.20 %) y (8.78 %) de humedad final respectivamente.
- La temperatura de deshidratado más óptima es de 75 °C por su contenido de humedad final a 12.20%
- Con el modelo de Heiss y Eichner a unas condiciones de almacenamiento dadas (70% HR), se logró estimar el tiempo de vida útil de la papa deshidratada, siendo 19.1 días a temperatura de 25 °C respectivamente.
- Se determinó las isotermas de adsorción de la papa deshidratada a 75°C con temperaturas de 25°C, 35°C y 45°C y su valor de la monocapa obtenida es de 2,034 g agua/g materia seca a 25°C.

RECOMENDACIONES

- Comparar los parámetros óptimos de deshidratado obtenidos con otros métodos de deshidratados.
- Realizar estudios de predicción de vida útil de papa seca a temperatura de almacenamiento variable en función a datos históricos de temperatura en las diferentes provincias de la región.
- El gobierno regional de Piura debería capacitar a la asociación de productores de papa de la región y darles otra opción con valor agregado, como la elaboración de papa seca y utilizar sus propios canales de exportación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, T. N. (2012). Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora de papa (*Solanum tuberosum*) para la producción de papa seca en la provincia de Santiago de Chuco - La Libertad. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo.
- Al-Muhtaseb, A., McMinn, W., Magge, T. (2002). Moisture Sorption Isotherm Characteristics of Food Products: A Review. Food and Bioproducts Processing. 80(2), pp. 118-128
- Alonso, J., García, K., González, K. y Benavente M. (2014). Producción de harina de papa para puré instantáneo. Nexo Revista Científica, volumen (27), 99-114. doi: <http://dx.doi.org/10.5377/nexo.v27i2.1946>
- Barbosa - Cánovas, G., Juliano, P. (2007). Fenómenos de desorción en los procesos de deshidratación de los alimentos. Acribia. Zaragoza - España.
- Bell, L. N. y Labua, T. P., (2000). Aspectos prácticos de la isoterma de sorción y usos. 2da. Ed. EE.UU. 122 p.
- Della Rocca, P. y Mascheroni, R. (2011). Deshidratación de papas por métodos combinados de secado: deshidratación osmótica, secado por microondas y convección con aire caliente. Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires Argentina.
- Devaux, A., Ordinola, M., Andrade-Piedra, J., Velasco, C., Manrique, K., Thomann, A., Fonseca, C., López, G., Reinoso, I., Oros, R. y Horton, D. (2012). Innovación para el Desarrollo: Enfoques y experiencias de Papa Andina. Centro Internacional de la Papa. 48.
- Fundación Universitaria Iberoamericana. (2017). Base de datos Internacional de Composición de Alimentos – Papa Seca. Recuperado de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/PAPA-SECA-4>
- Gonzales, Z. H. (2015). Huancabamba lidera producción de papa en la región Piura. Diario Correo. Recuperado de <https://diariocorreope.com.pe/edicion/piura/piura-huancabamba-lidera-produccion-de-papa-en-la-region-591916/>

- Ikhu-Omoregbe, D., (2006). Comparision of the isotherm characteristics of two cassava products. International Journal of the Food Properties. Volumen 9, pp. 167-177
- Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA (2009). Punto Focal Nacional-FAO. Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Perú. 94 p.
- Jena, S., Das, H. (2012). Predicción de la vida útil del polietileno laminado de lámina de aluminio. Envasado al vacío de leche de coco en polvo Journal of Food Engineering. 108: 135-142.
- Kilcast, D., y Subramanian, P. (2000). The estabilyty and shelf life of foods. Washington, DC: Woodhead Publishing Limited y CRC Press LLC.
- Laberry, M. (2016). Producción de papa en Huancabamba. Gobierno Regional Piura. Recuperado de <http://www.regionpiura.gob.pe/index.php?pag=17&id=10932>
- Lees, R. (1982). Análisis de los alimentos. Acribia. Zaragoza – España.
- Manikantan, M.R., Sharma, R., Kasturi, R., Varadharaju, N. (2012). Almacenamiento estabilidad de los chips de banano en películas de envasado de nanocompuestos a base de polipropileno. J Food Sci Technol. DOI 10.1007 / s13197-012-0839-0.
- Manual de Microbiología de la facultad de Ciencias. (2016). Universidad Nacional de Piura. Piura.
- Manual de Tecnología de los Alimentos. (2014). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI (2009). Cadena productiva de la papa. Boletín 1. Mayo .Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI (2017). Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. 13
- Mendoza, C. A. (2014). Merma en los Alimentos. Instituto Continental. Costos y Presupuestos. Recuperado de https://www.academia.edu/15279316/MERMA_EN_LOS_ALIMENTOS

- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. Revista Agrícola INIA. 36-37.
- Norma Técnica Peruana. (2007). Tubérculos procesados, Papa deshidratada.. NTP 011.400.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2008). Año Internacional de la papa.: EE.UU. Recuperado de <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/hojas.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2008). Macronutrientes: Carbohidratos, grasas y proteínas.: EE.UU. Recuperado de <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/005/w0073s/W0073S01.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2009). Educación alimentaria y nutricional. Ministerio de Educacion. Argentina.
- Productos Básicos Agroindustriales (PROBAGRO) S.A de C.V. (2017). Mejora de la Calidad de la papa. Como crece la papa. Recuperado de <http://probagro.wixsite.com/probagro/comocrecealapapa>
- Quast, D.G. , Karel, M. (1972). Efecto de los factores ambientales sobre la oxidación de papas fritas, J. Food Sci. 37: 584.
- Reyes, M., Gómez-Sanchez, I., Espinoza, C. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. – Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.
doi: <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saavedra, M.N. (2009). Elaboración de Chips de yuca (Manihot esculenta) y determinación de su vida en anaquel. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Salazar, M., Sambrano, J., y Valecillos, H. (2008). Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (Solanum tuberosum L.). Volumen (14), 101-117.

doi:<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/29373/articulo7.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Schmidt, D.B. (2005). Official Methods of Analysis. AOAC International. Recuperado de <http://www.aoac.org>
- Sharma, S., Mulvaney, S. y Rizvi, S. (2003). Ingeniería de Alimentos, Operaciones Unitarias y Prácticas de Laboratorio. Limusa Wiley. New York, USA.
- Vega, A., Lara, E. y Lemus, R. (2006). Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays* L.). Food Science and Technology (Campinas). 26(4): 821-827.
- Waletzco, P., Labuza, T.P. (1976). Accelerated shelf life testing of an intermediate moisture food system. Journal of Food Science: 40,137-139.
- Yaipén, C. R. (2011). Las mermas en productos frescos son las más grandes del mundo. Lima. Agencia Agraria de Noticias. Recuperado de <http://agraria.pe/noticias/peru-las-mermas-en-productos-frescos-son-las-mas-grandes-de-2292>
- Zug, J. P. (2002). Fisicoquímica especial. Isoterma de adsorción de tres etapas y modelos de sorción restringida. 61-68. Monografía N° 6. Ed. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <http://materias.fi.uba.ar/6307/Zug-MonografiaTE-v2003.pdf>

ANEXOS

- **Anexo 1.** Nutrientes de la papa en 100 gr de porción

Componentes	Contenido de 100 gr de papa
Grasa	0.1 g
Fibra	1.8 g
Carbohidratos	20.13 g
Proteínas	1.87 g
Calcio	5 mg
Potasio	379 mg
Fosforo	44 mg
Hierro	0.31 mg
Vitamina C	13.0 mg
Riboflamina (B2)	0.02 mg
Tiamina (B1)	0.106 mg
Niacina (B3)	1.44 mg

Fuente: FAO (2008)

- **Anexo 2.** Cuadro de los Parámetros de adsorción a diferentes temperaturas.

Parámetros de adsorción	Temperaturas		
	25°C	35°C	45°C
A	-0,51	-0,551	-1,03
B	0,4917	0,5085	1,083
Y	0,1047	0,1195	0,019
K	0,874	0,853	0,932
C	5,374	4,991	61,47
Xm	2,034	1,967	0,924

Fuente: Elaboración propia

- **Anexo 3.** Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Productos Deshidratados.

2) CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

2.1 Características organolépticas

Requisito	Especificación
Sabor y olor	Característico, libre de olores indeseables.
Color	Característico a la variedad que proviene la papa.
Impurezas	Exento de infestación de insectos vivo, muertos u otras plagas dañinas al producto en cualquiera de los estados biológicos (lavas, pupas o adulto) o infestado (mohos y levaduras).

2.2 Características fisico-químicas

Requisito	Especificación
Tamaño	Irregular de 5 a 20 mm
Humedad	Máximo 15%

2.3 Características microbiológicas

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^2	10^3
Levaduras	2	3	5	2	10^2	10^3
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	5×10^2
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-

Fuente: R.M. N° 591-2008/MINSA "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" (Criterio XIV.3)

- **Anexo 4.** Permeabilidad del polietileno de baja densidad a diferentes espesores a la temperatura de 20°C

Espesor Um	20°C
	K (kg agua/m ² .Pa.día
50	1,85E-06
70	1,33E-06
80	1,17E-06
100	9,15E-07

Fuente: PerúPlast (2010)

- **Anexo 5.** Tabla de sales y ecuaciones para obtener la a_w a una temperatura (K) determinada.

TABLA 1 – Sales y ecuaciones utilizadas para obtener la a_w a una temperatura (K) determinada.

Nomenclatura	Sal	Ecuación de regresión	r^2
LiCl	Cloruro de Litio	$\ln a_w = (500,95 \times 1/T) - 3,85$	0,98
KC ₂ H ₃ O ₂	Acetato Potasio	$\ln a_w = (861,39 \times 1/T) - 4,33$	0,97
MgNO ₃	Nitrato de Magnesio	$\ln a_w = (356,60 \times 1/T) - 1,82$	0,99
NaBr	Bromuro de Sodio	$\ln a_w = (442,80 \times 1/T) - 2,04$	1,00
KI ₂	Ioduro de Potasio	$\ln a_w = (255,90 \times 1/T) - 1,23$	1,00
NaCl	Cloruro de Sodio	$\ln a_w = (228,92 \times 1/T) - 1,04$	0,96
KCl	Cloruro de Potasio	$\ln a_w = (367,58 \times 1/T) - 1,39$	0,97
KNO ₃	Nitrato de Potasio	$\ln a_w = (244,61 \times 1/T) - 0,90$	0,90

Fuente: Labuza et al., 1985. [16]